

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-220171

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 21/28

(21)Application number : 10-036619

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 02.02.1998

(72)Inventor : KAMIMURA TOSHIYA

NOIRI SHIZUYO

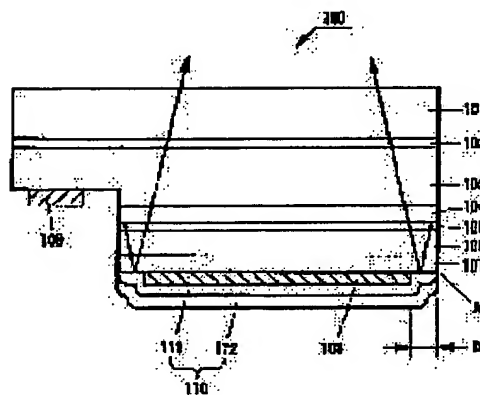
HORIUCHI SHIGEMI

## (54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a gallium nitride compound semiconductor device, having large luminous intensity and a long lifetime.

**SOLUTION:** An electrode connected to a contact layer 107 is formed of a first metal layer 108 connected with the contact layer 107 on the p-type semiconductor side and consisting of silver (Ag), etc., and a second metal layer 110 covering the surface of the first metal layer 108 and the surface of the contact layer 107 which is not covered with the first metal layer 108 is formed. The value of contact resistance per unit area to the contact layer 107 of the second metal layer 110 is made larger than that of the first metal layer 108. Junction strength to the contact layer 107 is reinforced by forming the first metal layer 108 or the second metal layer 110 into a multilayered structure by plural kinds of metals. A light-emitting element having high reflection efficiency of light by the electrode and long lifetime is obtained by these means.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>H 0 1 L 33/00  
21/28

識別記号

3 0 1

F I

H 0 1 L 33/00  
21/28

C

3 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 (F D) (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-36619

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月2日

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地

(72) 発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 野村 静代

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 堀内 茂美

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

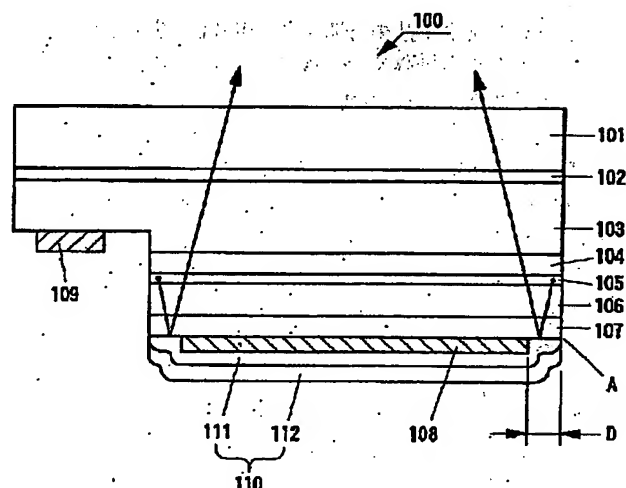
(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体素子

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ型の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、光の反射効率の優れた金属を正電極に用いる場合に、これらの金属の中にはマイグレーションを起こし易く、電極の材料としては向いていない金属がある。

【解決手段】 p型半導体側のコンタクト層に接続する銀(Ag)などからなる第1の金属層と、この第1の金属層の表面及びこの第1の金属層に覆われていないコンタクト層の表面を覆う第2の金属層とによりコンタクト層に接続する電極を形成した。また、第2の金属層のコンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値を第1の金属層の値よりも大きくした。また、第1の金属層または第2の金属層を複数の種類の金属により多層構造に形成することにより、コンタクト層に対する接合強度の強化を図った。これらの手段により、電極による光の反射効率が高く、寿命の長い発光素子が得られた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子において、

p型半導体側のコンタクト層に接続する第1の金属層と、この第1の金属層の少なくとも側面及びこの第1の金属層に覆われていない前記コンタクト層の表面を覆う第2の金属層とにより前記コンタクト層に接続する電極を構成することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項2】 前記第2の金属層の前記コンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値は、前記第1の金属層の前記コンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項3】 前記第1の金属層または前記第2の金属層は、複数の種類の金属により多層構造を成していることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項4】 前記第1の金属層は、銀(Ag)により形成されている事を特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項5】 前記第2の金属層は、バナジウム(V)とアルミニウム(Al)又はチタン(Ti)と金(Au)により形成されている事を特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図3に、従来技術として特開平6-120562によるフリップチップ型の発光素子300の断面図を示す。301は、サファイヤ基板、302は、n型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層、303は、p型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層、304は、正電極、305は、負電極である。フリップチップ型の発光素子では、n型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層302とp型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303の界面で発せられた光をp型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303上の形成された正電極304で反射させ、サファイヤ基板301を通して観察するため、正電極304は、比較的大きく形成される。又、p型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303上に形成される正電極304に用いる金属層としては、アルミニウム(Al)などの金属が光の反射効率の上で優れていることが判っているが、これらの光の反射効率上優れている金属の種類の中には、それを電極に用いた際、例えばアルミニウムなどに代表される金属のようにマイグレーションを起こしやすいものがある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、正電極304に用いられた金属が、マイグレーションを起こすと、正電極304を構成する金属がイオンとして、負電極305側に引き寄せられ、①電極層の乱れによる発光強度の低下、②正電極304とn型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層302がマイグレーションにより短絡し、寿命の低下という問題が発生する。そこで、例えば図3に示すように、p型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303上に形成する正電極304とp型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303との距離Dを大きくすることにより、短絡までの時間を延ばし、その結果として、寿命を延長する方法も考えられる。しかし、上述のように、フリップチップ型の発光素子については、p型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303上の正電極304の大きさ＝発光面積であり、距離Dを大きくすることは、正電極の大きさを維持すれば、チップサイズが増大して生産効率の低下を招き、又正電極の大きさを小さくすれば、p型のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層303のDの隙間から漏れ出る光の量もそれに伴って増大するため、光の反射効率が低下し、発光効率が減少するという問題があった。加えて、電極層の乱れによる発光強度の低下を防止することはできない。

【0004】本発明は、上記の問題を解決するために成されたものであり、その目的は、発光強度が大きく、かつ、寿命の長い窒化ガリウム系化合物半導体素子を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するための第1の手段は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子において、p型半導体側のコンタクト層に接続する第1の金属層と、この第1の金属層の少なくとも側面及びこの第1の金属層に覆われていないコンタクト層の表面を覆う第2の金属層とによりコンタクト層に接続する電極を形成することである。なお、第2の金属層は、第1の金属層の表面の周囲部およびコンタクト層の露出部を覆う場合と、第1の金属層の表面全体およびコンタクト層の露出部を覆う場合ともを含む。また、第2の手段は、上記の第1の手段において、第2の金属層のコンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値を第1の金属層の値よりも大きくすることである。また、第3の手段は、上記の第1の手段または第2の手段において、第1の金属層または第2の金属層を複数の種類の金属により多層構造に形成することである。また、第4の手段は、上記の第1の手段乃至第3の手段のいずれか1つにおいて、第1の金属層を銀(Ag)により形成することである。更に、第5の手段は、上記の第1の手段乃至第4の手段のいずれか1つにおいて、第2の金属層をバナジウム(V)とアルミニウム(Al)又はチタン(Ti)と金(Au)により形成することである。これらの手段により、上記の課題を解決することができる。

## 【0006】

【作用および発明の効果】図1に、第1の金属層108に銀(Ag)を用いた本発明によるフリップチップ型の発光素子100の断面図を示す。本素子100では、第1の金属層108が、第2の金属層110に覆われているためマイグレーションが起こらない。よって本素子100は、長寿命となる。また、本素子100では、マイグレーションが起こらないため幅Dを小さくできるので第1の金属層108を広く取ることができ、その分光の反射効率の優れた金属を第1の金属層108に広面積に渡り使用できる。よって発光強度を向上させることができる。また、本素子100では、幅Dの部分でも第2の金属層110により光を反射するので、コンタクト層107からの光の漏れ出しが殆どなくなり、よって発光強度を更に向上させることができる。また、本素子100では、第2の金属層110の幅Dの部分でのコンタクト層107に対する接触抵抗の方が第1の金属層108のコンタクト層107に対する接触抵抗よりも大きいいため、殆どの電流は幅Dの部分を通らず、コンタクト層107と金属層108との接触面の方を通る。このため、光の反射効率の優れた金属を広面積に渡り使用している金属層108の真上の活性層が発光し、よって発光強度が良い。更に、本素子100では、幅Dの部分は狭いため、コンタクト層107と第2の金属層110とを接合する際、強い接合強度が要求されるが、図1に示すように第2の金属層110を多層構造とすることで、強い接合強度を得ることが可能となる。これにより、本素子100をマイグレーションが起こらない長寿命な素子にすることができる。また、第2の金属層110は、酸素や水分の第1の金属層108への侵入を防ぎ、第1の金属層108を腐食させないという効果もある。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、第1の金属層に銀(Ag)を用いた本発明によるフリップチップ型の発光素子100の断面図である。101は、サファイヤ基板、102は、AlNバッファ層、103は、n型のGa<sub>0.4</sub>N層、104は、n型のGa<sub>0.4</sub>Nクラッド層、105は、活性層、106は、p型のAlGa<sub>0.4</sub>Nクラッド層、107は、p型のGa<sub>0.4</sub>Nコンタクト層、108は、正電極の一部を構成する第1の金属層であり、銀(Ag)により形成されている。109は、負電極であり、110は、正電極の一部を構成する第2の金属層である。即ち、第2の金属層110は、バナジウム(V)により形成された金属層111とアルミニウム(Al)により形成された金属層112とにより構成されており、接合強度が十分確保できるだけの幅Dをもってコンタクト層107と接している。本素子100は、第1の金属層に従来のフリップチップ型の正電極の部材としては用いられていなかった銀(Ag)を用いているため、コンタクト層107に対す

る接触抵抗が小さく、かつ、図1の上方への光の反射効率が非常に良いため、発光強度の面で著しく優れているのが大きな特徴である。なお、第1の金属層108に銀(Ag)を用いた上記実施例の場合、第1の金属層108の膜厚は、約200Å~1μmの範囲が最も良く、これよりも薄いと光の反射効率が落ち、これよりも厚いと第2の金属層110により第1の金属層108の側面を完全に覆うことが困難となり、さらに生産コストの面で劣る。

【0008】図2は、第1の金属層にも多層構造を採用した本発明によるフリップチップ型の発光素子200の断面図である。201は、サファイヤ基板、202は、AlNバッファ層、203は、n型のGa<sub>0.4</sub>N層、204は、n型のGa<sub>0.4</sub>Nクラッド層、205は、活性層、206は、p型のAlGa<sub>0.4</sub>Nクラッド層、207は、p型のGa<sub>0.4</sub>Nコンタクト層、208は、正電極の一部を構成する第1の金属層であり、膜厚3000Åの銀(Ag)層208A、膜厚1000Åのニッケル(Ni)層208B、膜厚1000Åのチタン(Ti)層208Cよりなる多層構造により形成されている。209は、負電極であり、210は、正電極の一部を構成する第2の金属層である。即ち、第2の金属層210は、チタン(Ti)により形成された膜厚1000Åの金属層211と金(Au)により形成された膜厚1.5μmの金属層212とにより構成されており、接合強度が十分確保できるだけの幅Dをもってコンタクト層207と接している。本素子200は、第1の金属層に膜厚3000Åの銀(Ag)層208A、膜厚1000Åのニッケル(Ni)層208B、膜厚1000Åのチタン(Ti)層208Cよりなる多層構造を採用しているため、コンタクト層207に対する接触抵抗が低く、また、第1金属層の208Cと第2金属層の211を同じ金属とすることにより第1金属層と第2金属層との接合強度が強い点が優れている。

【0009】上記の実施例においては、第1の金属層のコンタクト層に面接触する金属層において銀(Ag)を用いたが、この層に用いる金属は、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、金(Au)、白金(Pt)であってもよく、また、これらの合金であってもよい。また、上記の実施例においては、第2の金属層のコンタクト層に面接触する金属層においてバナジウム(V)、チタン(Ti)を用いたが、この層に用いる金属は、クロム(Cr)、ニオブ(Nb)、亜鉛(Zn)、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、ハフニウム(Hf)またはこれらの合金であってもよく、一般にn型のGa<sub>0.4</sub>N層(103、203)に取り付ける負電極(109、209)と同じのものであってもよい。また、上記の実施例においては、第2の金属層は、第1の金属層を完全に覆っているが、第2の金属層は、第1の金属層を完全に覆ってなくてもよく、最低限第

1の金属層に覆われていないコンタクト層の底面と第1の金属層の側面とを覆ってあればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の金属層に銀(Ag)を用いた本発明によるフリップチップ型の発光素子の断面図。

【図2】第1の金属層にも多層構造を採用した本発明によるフリップチップ型の発光素子の断面図。

【図3】第1の金属層に銀(Ag)を用いた従来技術によるフリップチップ型の発光素子の断面図。

【符号の説明】

101、201、301…サファイヤ基板

102、202…AlNバッファ層

103、203、302…n型のGa<sub>0.5</sub>N層

104、204…n型のGa<sub>0.5</sub>Nクラッド層

105、205…活性層

106、206…p型のAlGa<sub>0.3</sub>Nクラッド層

107、207…p型のGa<sub>0.5</sub>Nコンタクト層

108、208…正電極の一部を構成する第1の金属層

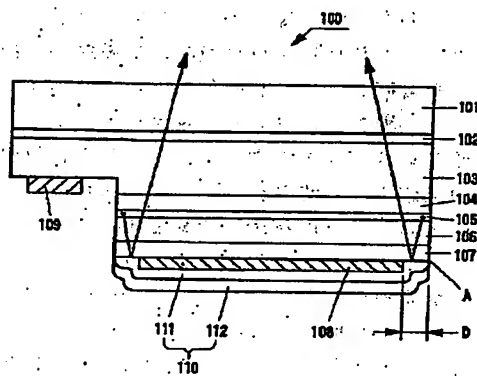
303…p型のGa<sub>0.5</sub>N層

304…正電極

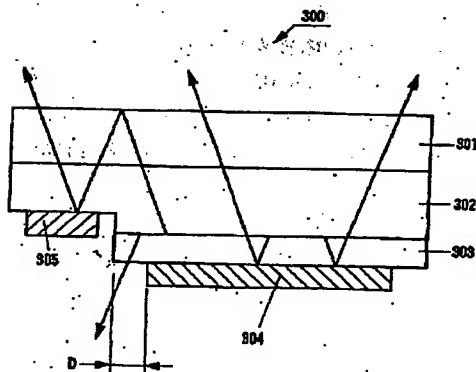
109、209、305…負電極

110、210…正電極の一部を構成する第2の金属層

【図1】



【図3】



【図2】

